

**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский государственный медицинский университет»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации  
(ФГБОУ ВО УГМУ Минздрава России)**

## **ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИИ**

Учебное пособие

Екатеринбург 2019

УДК: 616.12-008.3-073.96

Электрофизиологические основы электрокардиографии. Электронное учебное пособие.

Екатеринбург: УГМУ, 2019, с.37.

В пособие представлена информация об электрических процессах в сердце, методе регистрации электрокардиограммы, электрокардиографических отведениях, электрической оси сердца, план анализа электрокардиограммы и тестовые задания для самоконтроля.

Учебное пособие написано в соответствии с ФГОС ВО по специальностям 31.05.01 - лечебное дело, 31.05.02. - педиатрия. Учебное пособие предназначено для студентов высших медицинских учебных заведений.

Авторы:

доцент, к.м.н. И.В. Жданова

доцент, к.м.н. Т.В. Зуева

профессор, д.м.н. Т.В. Жданова

доцент, д.м.н. А.И. Коряков

доцент, к.м.н. Е.В. Кузнецова

доцент, к.м.н. Л.А. Маслова

ассистент С.Е. Уразлина

ассистент Ю.С. Китаева

Рецензент: заведующая кафедрой факультетской терапии и гериатрии УГМУ, доцент, д.м.н. Хромцова О.М.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЯ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИИ .....</b>	<b>4</b>
1.1. Функции сердца.....	4
1.2. Трансмембранный потенциал действия .....	5
1.3. Электрическое поле, как источник тока (определение понятия). Трансмембранный потенциал действия в одиночном мышечном волокне .....	6
1.4. Деполяризация и реполяризация в сердечной мышце .....	10
<b>2. РЕГИСТРАЦИЯ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММЫ .....</b>	<b>13</b>
2.1. Методика снятия электрокардиограммы .....	13
2.2. Электрокардиографические отведения.....	14
<b>3. НОРМАЛЬНАЯ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММА .....</b>	<b>17</b>
3.1. Составляющие электрокардиограммы .....	17
3.2. Электрическая ось сердца.....	20
<b>4. АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММЫ .....</b>	<b>26</b>
<b>ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ .....</b>	<b>30</b>
<b>ЭТАЛОНЫ ОТВЕТОВ К ТЕСТОВЫМ ЗАДАНИЯМ .....</b>	<b>35</b>
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....</b>	<b>36</b>

# 1. ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЯ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИИ

## 1.1. Функции сердца

Выделяют два вида клеток миокарда: клетки проводящей системы и сократительные.

Специфические функции сердца:

*Автоматизм* – самостоятельная генерация электрических импульсов проводящей системы сердца. Эту функцию имеют клетки пейсмекеры, вырабатывающие импульсы без внешних раздражителей. Наибольший автоматизм у синусового узла (центр автоматизма первого порядка), в нем импульсы вырабатываются с частотой 60-80 в минуту в покое. Атриовентрикулярное соединение (центр автоматизма второго порядка) может быть источником ритма и вырабатывать 40-60 импульсов в минуту. Проводящая система желудочков (центр автоматизма третьего порядка) генерирует 20-40 импульсов в минуту.

*Возбудимость* – возбуждение под действием импульсов клеток миокарда: сократительных и проводящих. Возбуждение миокарда приводит к появлению в нем электрического тока, который можно зарегистрировать в виде электрокардиограммы.

*Проводимость* – проведение электрических импульсов клетками миокарда от места их возникновения до сократительных клеток. Схема проводящей системы сердца изображена на рисунке 1.

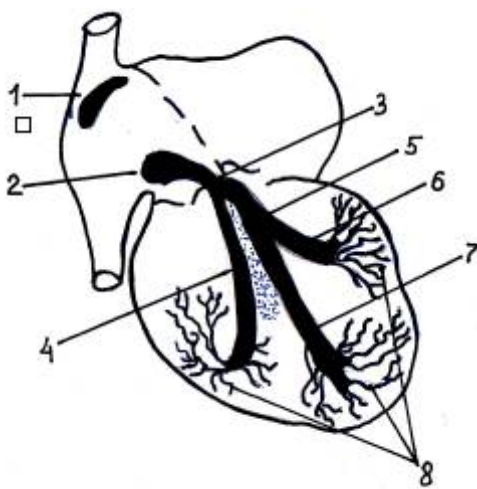


Рисунок 1. 1 - синусовый узел; 2 – атриовентрикулярный узел; 3 – пучок Гиса; 4 – правая ножка пучка Гиса; 5- общий ствол левой ножки пучка Гиса; 6 – передняя ветвь левой ножки; 7 – задняя ветвь левой ножки; 8 – конечные разветвления ножек пучка Гиса и волокна Пуркинье

Распространение возбуждения в *предсердиях* происходит от синусового узла по трем трактам (Бахмана, Венкебаха и Тореля) к атриовентрикулярному соединению и левому предсердию, со скоростью 1 м/с. Задержка возбуждения в *атриовентрикулярном узле* при которой скорость проведения уменьшается до 5-20 см/с способствует последовательному

сокращению предсердий и желудочков и фильтрации подходящих к желудочкам импульсов (не более 180-200 импульсов в минуту). Возбуждение в *желудочках* происходит с ускорением: ствол пучка Гиса, правая и левая его ветви до 3-4 м/с, волокна Пуркинье – до 4-5 м/с.

*Сократимость* – сокращение кардиомиоцитов под действием импульсов.

*Рефрактерность* – неспособность возбужденных кардиомиоцитов вновь активироваться при действии внеочередного импульса. Существует абсолютная и относительная рефрактерность. При абсолютной рефрактерности клетки миокарда не отвечают даже на сверхсильные импульсы (фазы 0, 1, 2 трансмембранного потенциала действия, на ЭКГ – комплекс QRS и сегмент ST). При относительной рефрактерности происходит частичное восстановление возбудимости и клетки реагируют на сверхсильные импульсы (фаза 3 трансмембранного потенциала действия, на ЭКГ – зубец Т). Эти два периода рефрактерности соответствуют систоле. Во время диастолы (фаза 4 трансмембранного потенциала действия) рефрактерность отсутствует и кардиомиоциты способны возбуждаться.

*Абберантность* – проведение по предсердиям или желудочкам импульса патологически. ЭКГ позволяет изучить все вышеперечисленные функции сердца.

## 1.2. Трансмембранный потенциал действия

Наружная поверхность мембраны кардиомиоцита в невозбужденном состоянии имеет положительный заряд, а внутренняя – отрицательный. Поэтому на мембране клетки разность потенциалов составляет 60-90 мВ. Больше 90 % ионов снаружи клетки это ионы  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Cl}^-$ , внутри клетки – анионы ( $\text{A}^-$ : протеинаты, аспартаты) и ионы  $\text{K}^+$  (рисунок 2).

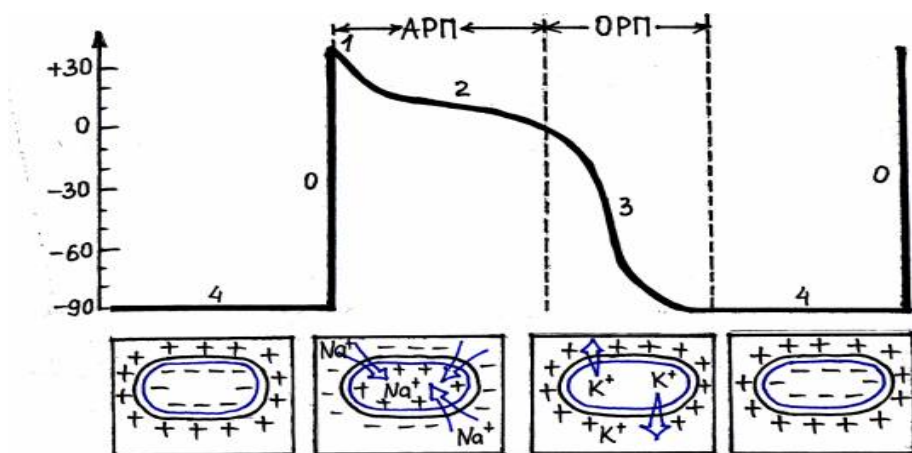


Рисунок 2. Трансмембранный потенциал действия (механизм).

Возбуждение миокардиальной клетки характеризуется появлением разности потенциалов между наружной и внутренней поверхностью мембраны клетки - *трансмембранного потенциала действия (ТМПД)*. ТМПД способен изменяться и проходить следующие фазы:

**Фаза деполяризации (0)** – рост проницаемости мембраны для ионов, ток  $\text{Na}^+$  внутрь клетки через быстрые натриевые каналы, формирование положительного заряда на внутренней и отрицательного на наружной поверхности мембраны. Одновременно медленно происходит приток  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  в клетку и выход ионов  $\text{K}^+$ .

**Фазы реполяризации (1, 2, 3)** – восстановление потенциала:

**1** – *фаза начальной быстрой реполяризации*, при которой продолжается медленный ток  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  в клетку и выход  $\text{K}^+$  из клетки и кривая ТМПД снижается от +20 мВ до 0.

**2** – *фаза плато*, величина ТМПД сохраняется на одном уровне из-за одинаковой клеточной проницаемости для ионов  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{K}^+$ .

**3** – *фаза конечной быстрой реполяризации*, когда прекращается приток  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  в клетку из-за инактивации соответствующих каналов, а ток  $\text{K}^+$  из клетки возрастает из-за повышения проницаемости для этих ионов и в результате восстанавливается начальная поляризация: наружная поверхность заряжается положительно, а внутренняя – отрицательно (-90 мВ).

**Фаза покоя (4).** В начале, благодаря работе Na-K насоса, восстанавливается первоначальная концентрация  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ . Величина трансмембранного потенциала покоя (ТМПП) в сократительных клетках составляет – 90 мВ. В пейсмекерах снижается ТМПП (спонтанная диастолическая деполяризация) из-за изменения клеточной проницаемости для ионов и появления ионных токов, особенно  $\text{Na}^+$ . Это ведет к возникновению спонтанного ТМПД (основа автоматизма).

### 1.3. Электрическое поле, как источник тока (определение понятия).

#### Трансмембранный потенциал действия в одиночном мышечном волокне

В. Эйнтховен – основоположник электрокардиографии – рассматривал сердце в каждый момент сердечного цикла как источник электрического тока, представляющий диполь, создающий электрическое поле. Вокруг положительного заряда диполя возникают положительные силовые линии, вокруг отрицательного – отрицательные, а между ними – линия нулевого потенциала (рисунок 3).

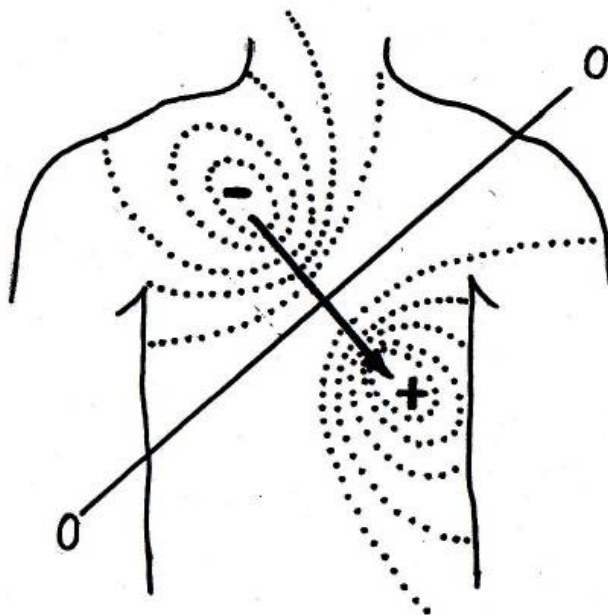


Рис. 3. Распределение изопотенциальных линий электрического поля на поверхности тела человека. Вектор ЭДС изображен стрелкой. Нулевая изопотенциальная линия располагается перпендикулярно.

Между полюсами диполя возникает разность потенциалов – электродвижущая сила (ЭДС) – которая, являясь векторной величиной, имеющей направление от отрицательного к положительному полюсу. Если присоединить два электрода к полюсам гальванометра, можно измерить ЭДС. В случае направления вектора диполя к положительному электроду регистрируется положительный зубец. Если вектор диполя направлен к отрицательному электроду возникает отрицательный зубец.

Как возникает и регистрируется ТМПД в одиночном миокардиальном волокне в случае расположения активного электрода у эпикарда? (рисунок 4). В состоянии покоя одиночное волокно электронейтрально, на ЭКГ регистрируется горизонтальная (изоэлектрическая) линия. При деполяризации (фаза 0), которая начинается у эндокарда, поверхность волокна заряжается отрицательно по отношению к невозбужденному участку в результате образующийся диполь создает элементарную ЭДС, с направлением вектора на активный электрод, и происходит подъем кривой над изолинией. Если мышечное волокно полностью деполяризовано его поверхность имеет одинаковый отрицательный заряд, разности потенциалов нет, и на ЭКГ – изолиния. Процесс реполяризации имеет направление от эпикарда к эндокарду (рисунок 5). При этом эпикард заряжен положительно, а эндокард - отрицательно. Появляется разность потенциалов, вектор ЭДС направлен в сторону активного электрода, и регистрирует подъем кривой от изолинии вверх. При завершении реполяризации, когда мышечное волокно поляризовано полностью,

нет разности потенциалов, и кривая ЭКГ возвращается к изолинии.

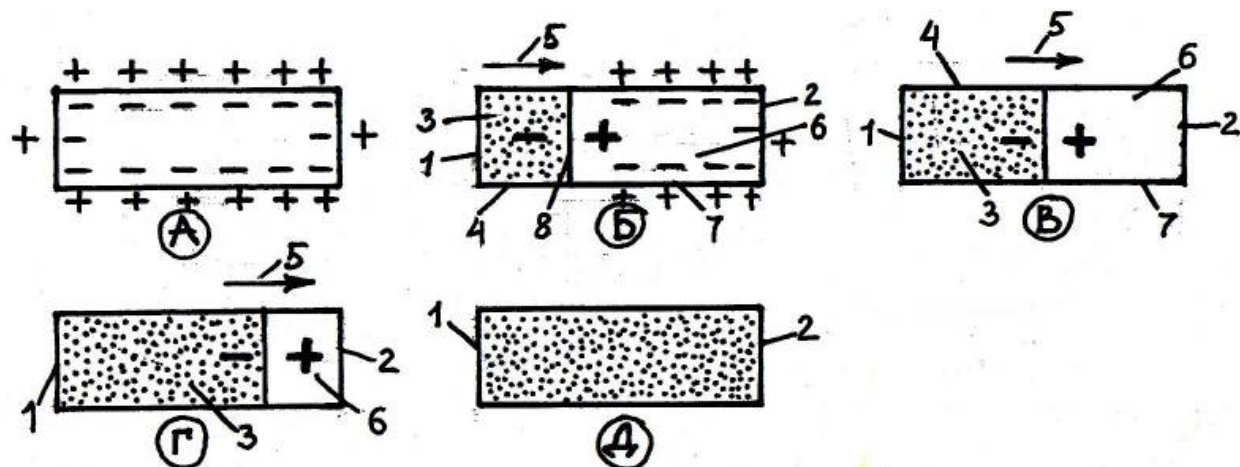


Рисунок 4. Деполяризация в одиночном мышечном волокне. А – клетка миокарда или одиночное мышечное волокно в состоянии покоя, или статической поляризации. Каждому положительному заряду вдоль клеточной мембраны соответствует отрицательный заряд; Б – начала деполяризации в одиночном мышечном волокне у эндокарда; В – продвижение волны деполяризации от эндокарду к эпикарду; Г – большая часть мышечного волокна охвачена возбуждением; Д – всё мышечное волокно охвачено возбуждением. Разность потенциалов отсутствует. 1 – эндокард; 2 – эпикард; 3 – часть клетки в состоянии деполяризации (отрицательное электрическое поле); 4 – высокая проводимость клеточной мембраны; 5 – направление распространения волны деполяризации (вектор возбуждения); 6 – часть клетки в состоянии покоя (положительное электрическое поле); 7 – высокая резистентность клеточной мембраны; 8 – фронт волны деполяризации (нулевая линия).

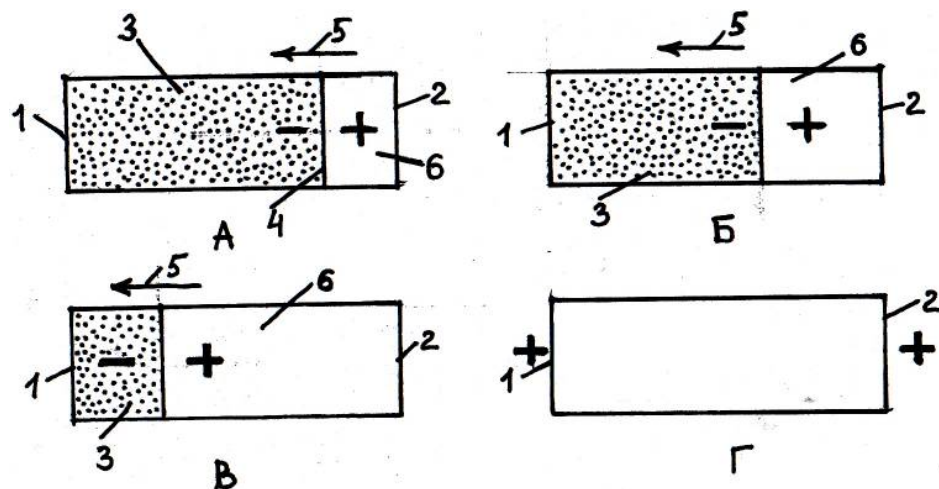


Рисунок 5. Реполяризация в одиночном мышечном волокне. А – начало реполяризации; Б – волны реполяризации продвигается от эпикарда к эндокарду; В – почти все мышечное волокно охвачено реполяризацией; Г – реполяризация завершена, состоянии статической поляризации. 1 – эндокард; 2 – эпикард; 3 – состояние деполяризации (отрицательное электрическое поле); 4 – фронт волны реполяризации; 5 – направление процесса реполяризации; 6 – состояние реполяризации (положительное электрическое поле).

На рисунках 6 и 7 представлен процесс распространения деполяризации в мышечном волокне и соответствующее этому отклонение кривой на ЭКГ в двух случаях расположения активного электрода: у эпикарда и над серединой одиночного мышечного волокна.



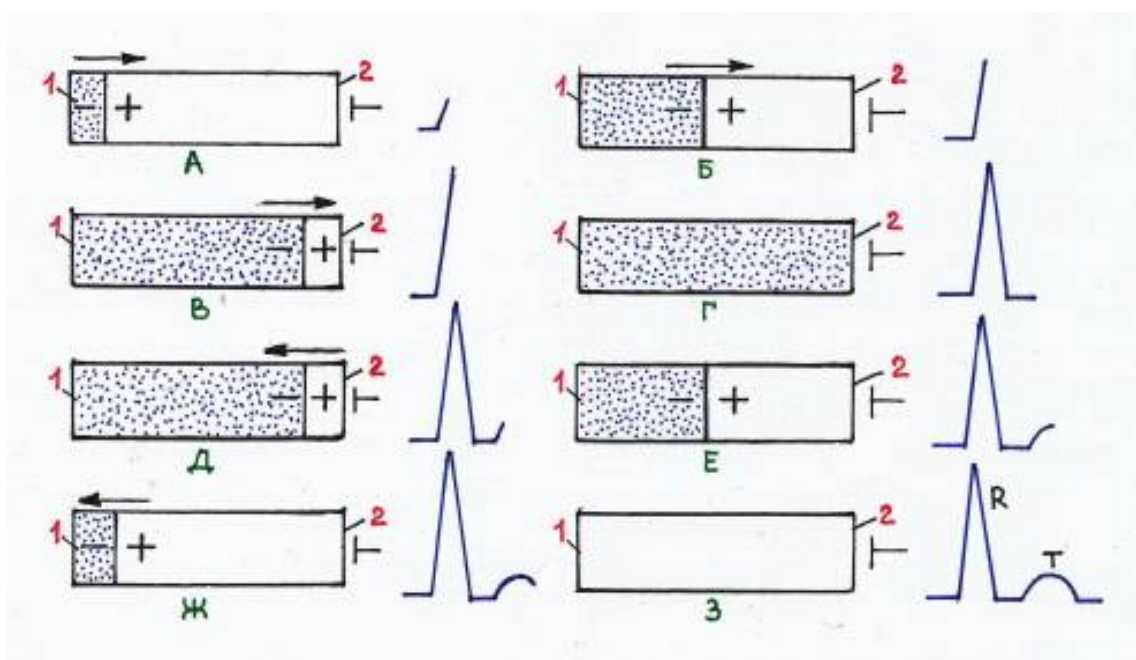


Рисунок 6. Активный электрод расположен у эпикарда одиночного мышечного волокна. А – начало деполяризации; Б – продвижение волны деполяризации от эндокарда к эпикарду; В – волна возбуждения непосредственно подошла к электроду; Г – все волокно полностью охвачено возбуждением; Д – начало реполяризации; Е – продвижение волны реполяризации от эпикарда к эндокарду; Ж – конец реполяризации; З – активный электрод расположен у эпикарда мышечного волокна. Реполяризация закончилась, клетка в состоянии статической поляризации. 1 – эндокард; 2 – эпикард; 3 – активный электрод.

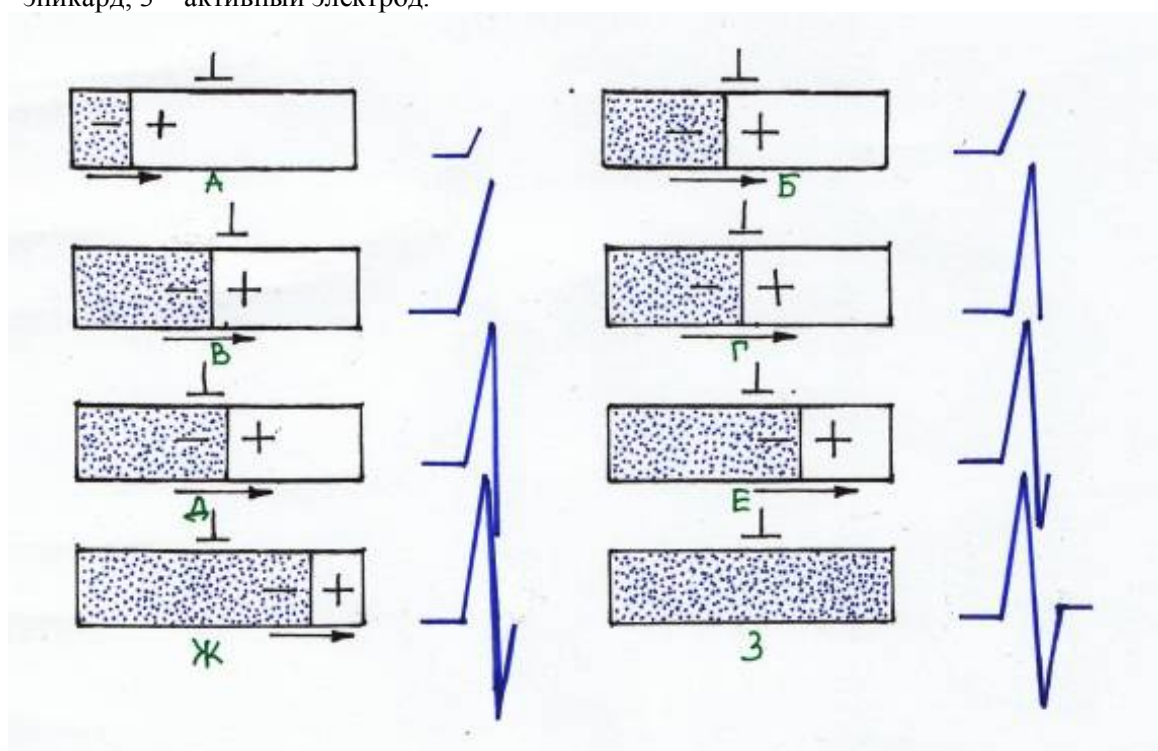


Рисунок 7. Активный электрод расположен над серединой одиночного мышечного волокна. А – начало деполяризации; Б – волна деполяризации приближается к электроду; В – под электродом максимальный положительный заряд; Г – под электродом нулевая линия; Д – под электродом максимальный отрицательный заряд; Е – волна деполяризации удаляется от электрода; Ж – конец деполяризации; З – все волокно полностью охвачено возбуждением.

В систолу одновременно возбуждаются множество участков миокарда, при этом векторы деполяризации и реполяризации могут быть направлены в разные стороны. Электрокардиограф же записывает *суммарную (резльтирующую) ЭДС сердца*. Правила сложения векторных величин и получение результирующего вектора показано на рисунке 8.

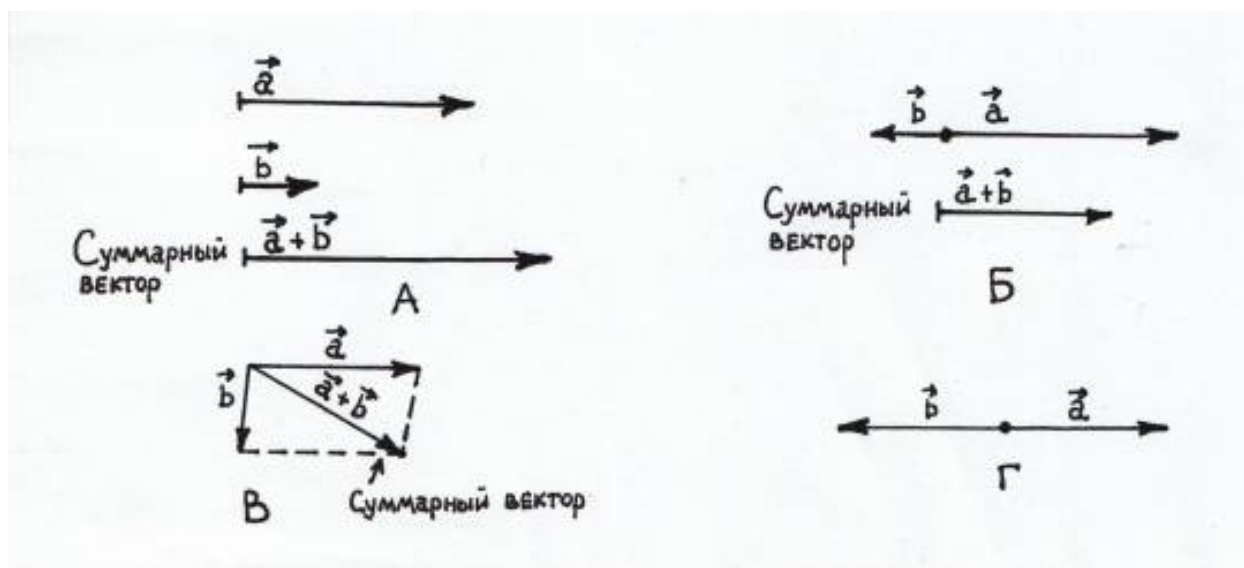


Рисунок 8. Сложение векторов. А – два вектора направлены в одну сторону; Б – два вектора направлены в противоположные стороны; В – два вектора направлены под углом друг к другу; Г – два вектора равны по величине и направлены в противоположные стороны.

При одностороннем направлении результирующий вектор представляет сумму двух векторов и ориентирован в ту же сторону. При разнонаправленном положении векторов результирующий вектор определяется как разность векторов и направлен в сторону большего вектора. При направлении векторов под углом друг к другу, то величина и направление результирующего вектора соответствует диагонали параллелограмма, где сторонами являются эти вектора.

#### 1.4. Деполяризация и реполяризация в сердечной мышце

Во всем множестве мышечных волокон сердца наблюдаются электрические процессы. В каждый момент образуется суммарный вектор ЭДС, представляющий сумму векторов единичных диполей. Если установить на теле электроды, можно записать изменения электрического поля сердца при деполяризации и реполяризации, связанные с колебаниями величины и направления диполя в период возбуждения сердца.

Распространение деполяризации в сердце идет от эндокарда к эпикарду. Начинается возбуждение с левой половины межжелудочковой перегородки (МЖП), в данном случае вектор деполяризации имеет направление слева направо: в отведении  $V_1$  будет положительный зубец r, в отведении  $V_6$  - отрицательный зубец q (рисунок 9).

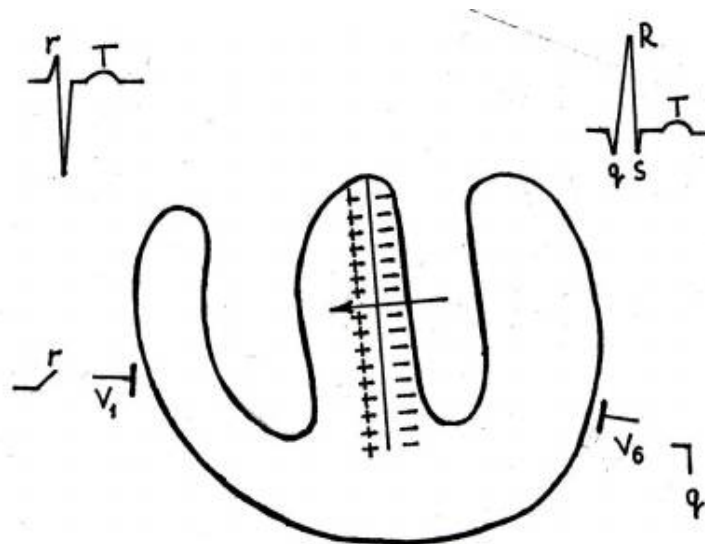


Рисунок 9. Возбуждение в целом миокарде. Правым грудным отведениям V1, V2 соответствует электрод V1, в левым грудным отведениям V5, V6 – электрод V6. Изображенные ЭКГ обычно регистрируемые в грудных отведениях. Стадия 1 – возбуждение слева направо левой половины МЖП. У электрода V1 записывается зубец r, у электрода V6 – зубец q.

При охвате возбуждением значительной части миокарда правого желудочка (ПЖ) и левого желудочка (ЛЖ), вектора деполяризации желудочков направлены в противоположные стороны, а суммарный вектор справа налево: зубец S записывает электрод V1, зубец R – электрод V6 (рисунок 10).

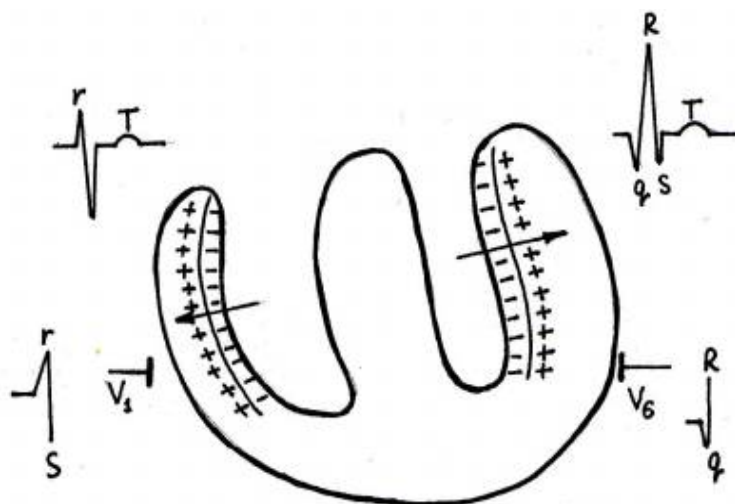


Рисунок 10. Возбуждение в целом миокарде. Стадия 2 – возбуждения желудочков. Суммарный вектор в основном определяется возбужденным левым желудочком и направлен справа налево. У электрода V1 записывается дальнейший подъем зубца r, а далее зубец S. У электрода V6 регистрируется зубец R.

Базальные отделы левого желудочка возбуждаются последними (рисунок 11). Вектор возбуждения направлен слева направо: в V6 записывается отрицательный зубец s.

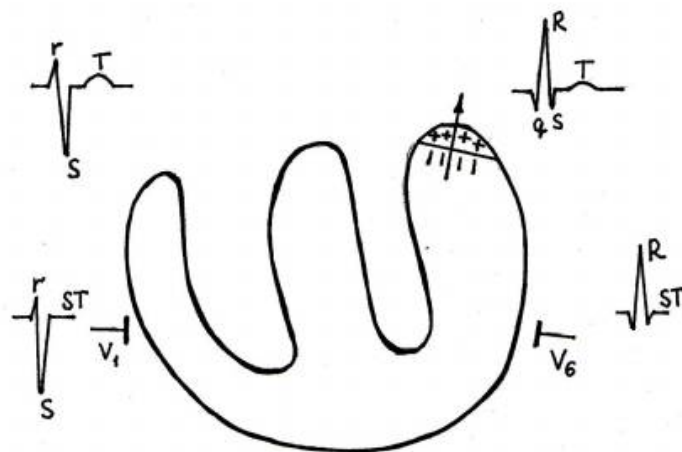


Рисунок 11. Возбуждения в целом миокарде. Стадия 3 – возбуждение основания левого желудочка. Вектор возбуждения имеет направление от электрода  $V_6$ . Записывается S в  $V_6$ . В  $V_1$  и  $V_6$  сегмент ST на изолинии.

Реполяризация в миокарде идет от эпикарда к эндокарду медленно и характеризуется меньшей ЭДС. Вектор реполяризации ЛЖ более значительный, имеет направление справа налево: в  $V_6$  записывается положительный зубец T. Слева направо направлен вектор реполяризации ПЖ: в  $V_1$  регистрируется положительный зубец T, в случае отсутствия действия вектора реполяризации ЛЖ и отрицательный зубец T – при суммировании с вектором ЛЖ (рисунок 12).

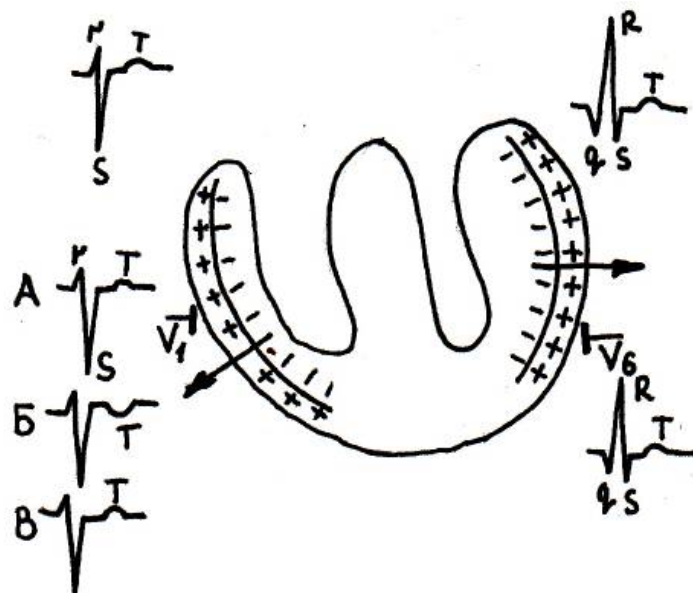


Рисунок 12. Реполяризация. Вектор реполяризации левого желудочка направлен справа налево, вектор реполяризации правого желудочка – слева направо. А – векторы реполяризации обоих желудочков оказывают влияния друг на друга. Зубцы T  $V_1$  и T  $V_6$  положительные; Б – значительное преобладание вектора реполяризации левого желудочка. Суммарный вектор направлен справа налево. T  $V_1$  отрицательный; T  $V_6$  – положительный; В – умеренное преобладание вектора реполяризации левого желудочка. На электрод  $V_1$  действует 2 вектора, приблизительно равные по величине и направленные в противоположные стороны. T  $V_1$  сглаженные, T  $V_6$  – положительный.

## 2. РЕГИСТРАЦИЯ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММЫ

### 2.1. Методика снятия электрокардиограммы

Электрокардиограмма (ЭКГ) – это метод графической регистрации электрических потенциалов, возникающих при работе сердца на поверхности тела. Электрокардиографы, с помощью которых записывается ЭКГ, состоят из входного устройства, усилителя биопотенциалов и регистрирующего устройства (рисунок 13).



Рисунок 13.

Для регистрации ЭКГ пациент занимает горизонтальное положение на кушетке. Electroды электрокардиографа накладываются на обнаженную поверхность тела таким образом:

- на нижнюю треть верхних и нижних конечностей (внутренние поверхности):  
электрод красного цвета – правая рука,  
электрод желтого цвета – левая рука,  
электрод зеленого цвета – левая нога,  
электрод черного цвета (заземление) – правая нога;
- на поверхность грудной клетки:  
электрод V<sub>1</sub> — по правому краю грудины в IV межреберье,  
электрод V<sub>2</sub> — по левому краю грудины в IV межреберье,  
электрод V<sub>3</sub> — между вторым и четвертым электродами,  
электрод V<sub>4</sub> — по левой срединно-ключичной линии в V межреберье,  
электрод V<sub>5</sub> — по левой передней подмышечной линии на одном горизонтальном уровне с электродом V<sub>4</sub>,  
электрод V<sub>6</sub> — по левой средней подмышечной линии на одном горизонтальном уровне с электродом V<sub>4</sub>.

Перед началом записи ЭКГ устанавливается контрольный калибровочный сигнал: когда при подаче на усилитель напряжения 1 mV происходит отклонение гальванометра на 10 мм. ЭКГ записывается при спокойном дыхании в 12 отведениях: трех стандартных (I, II, III),



трех усиленных (aVR, aVL, aVF) и шести грудных (V<sub>1</sub>-V<sub>6</sub>). Иногда по показаниям используются дополнительные отведения. Необходимо регистрировать не менее 3 сердечных циклов в каждом отведении. Возможная скорость движения бумаги: 50 мм/сек (при этом 1 мм = 0,02 сек) или 25 мм/сек (при этом 1 мм = 0,04 сек). На бланке ЭКГ следует указать: Ф.И.О., возраст, пол пациента, диагноз, препараты, влияющими на показатели ЭКГ.

## 2.2. Электрокардиографические отведения

Электрокардиограф регистрирует ЭКГ с помощью систем отведений. Отведение – это соединение двух точек с различными потенциалами при помощи электродов. Эти электроды присоединены к разным полюсам гальванометра: один к положительному, а другой – к отрицательному.

**Стандартные отведения**, предложенные Эйнтховеном, рассматриваются как двухполюсные отведения от конечностей:

I отведение – левая рука (+) и правая рука (-);

II отведение – левая нога (+) и правая рука (-);

III отведение – левая нога (+) и левая рука (-).

Оси этих отведений образуют треугольник Эйнтховена, где в центре располагается сердце, как точечный источник электрического поля (рисунок 14).

**Усиленные отведения от конечностей**, предложенные Гольдбергером, относятся к однополюсным, они позволяют регистрировать разность потенциалов между конечностью с активным (+) электродом, и суммарным потенциалом от двух других конечностей, объединенных неактивным (-) электродом:

aVR – усиленное отведение от правой руки (+);

aVL – усиленное отведение от левой руки (+);

aVF – усиленное отведение от левой ноги (+).

Оси усиленных отведений от конечностей проходят через центр треугольника Эйнтховена, где располагается источник электрического поля – сердце (рисунок 14).

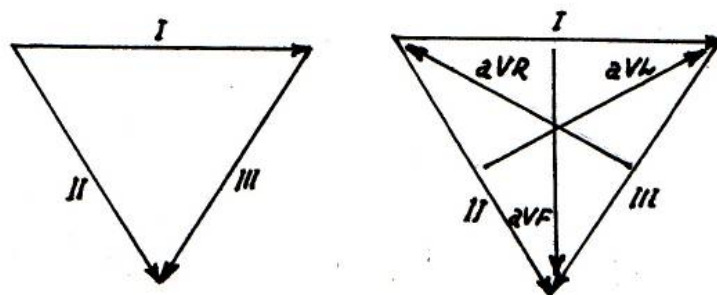


Рисунок 14. Треугольник Эйнтховена. Оси стандартных отведений (I, II, III) образуют стороны треугольника. Усиленные отведения от конечностей ( $aVR$ ,  $aVL$ ,  $aVF$ ) проходят через центр треугольника.

Представленные стандартные и усиленные отведения от конечностей регистрируют электрические потенциалы сердца во фронтальной плоскости. Предложенная Бейли объединенная система этих отведений называется **шестиосевая система отведений** (рисунок 15). С помощью данной системы определяется изменение во фронтальной плоскости вектора ЭДС сердца.

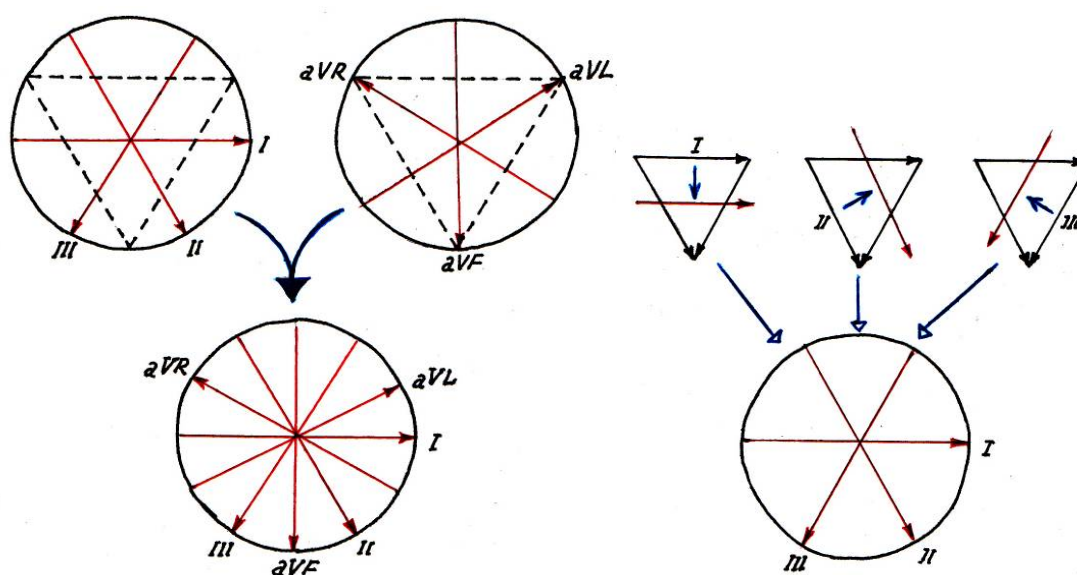


Рисунок 15. Схема формирования шестиосевой системы отведений Бейли из стандартных и усиленные отведения от конечностей.

**Грудные отведения**, предложенные Вильсоном, относятся к однополюсным. Эти отведения регистрируют разность электрических потенциалов между точкой на грудной клетки где расположен активный (+) электрод, и суммарным потенциалом трех конечностей (правая и левая руки, левая нога), объединенных неактивным (-) электродом. Формируются отведения  $V_1$  –  $V_6$ . Грудные отведения позволяют регистрировать электрические потенциалы сердца в горизонтальной плоскости (рисунок 16).

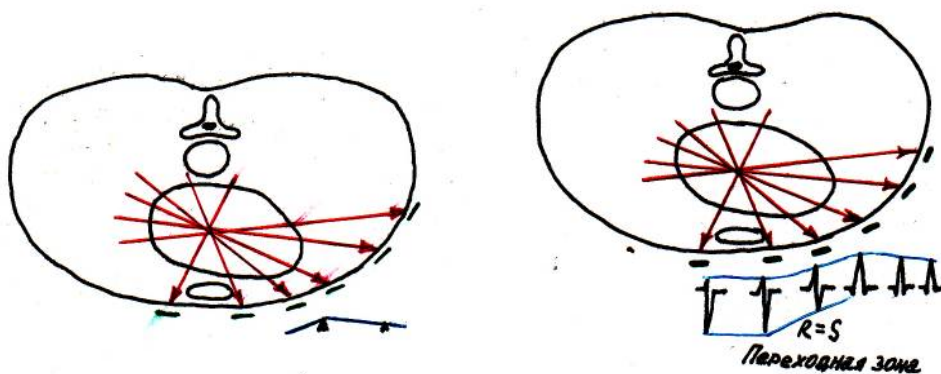


Рисунок 16. Грудные отведения. Активные (+) электроды располагаются на поверхности грудной клетки.

**Дополнительные отведения однополюсные отведения ( $V_7—V_9$ )** помогают точно диагностировать очаговые нарушения в заднебазальных отделах миокарда левого желудочка. В этом случае активный электрод помещают по задней подмышечной ( $V_7$ ), лопаточной ( $V_8$ ) и пара-вертебральной ( $V_9$ ) линиям на уровне одном горизонтальном уровне расположения электродов  $V_4—V_6$ .

**Двухполюсные отведения по Нэбу.** Для записи ЭКГ в этих отведениях используют электроды трех стандартных отведений от конечностей. Электрод с красной маркировкой помещают по правому краю грудины во II межреберье, зеленый электрод — позиция отведения  $V_4$ , а желтый электрод — на том же горизонтальном уровне по задней подмышечной линии. Поочередно переключая отведения на I, II и III стандартные, соответственно регистрируют отведения «Dorsalis» (D), «Arterior» (A) и «Interior» (I). Эти отведения применяются в случае уточнения очаговых изменений миокарда задней стенки (D), переднебоковой стенки (A) и верхних отделов передней стенки (I).

Активные электроды **отведений  $V_3R—V_6R$**  помещают на правой половине грудной клетки и используют для выявления гипертрофии очаговых изменений правых отделов сердца.



### 3. НОРМАЛЬНАЯ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММА

#### 3.1. Составляющие электрокардиограммы

Электрические потенциалы сердца графически записываются в виде кривой с положительными, отрицательными зубцами и прямыми линиями между ними. Обозначаются зубцы ЭКГ в зависимости от их амплитуды прописными или строчными латинскими буквами. Интервалы между зубцами характеризуют время прохождения импульса по различным отделам сердца (рисунок 17).

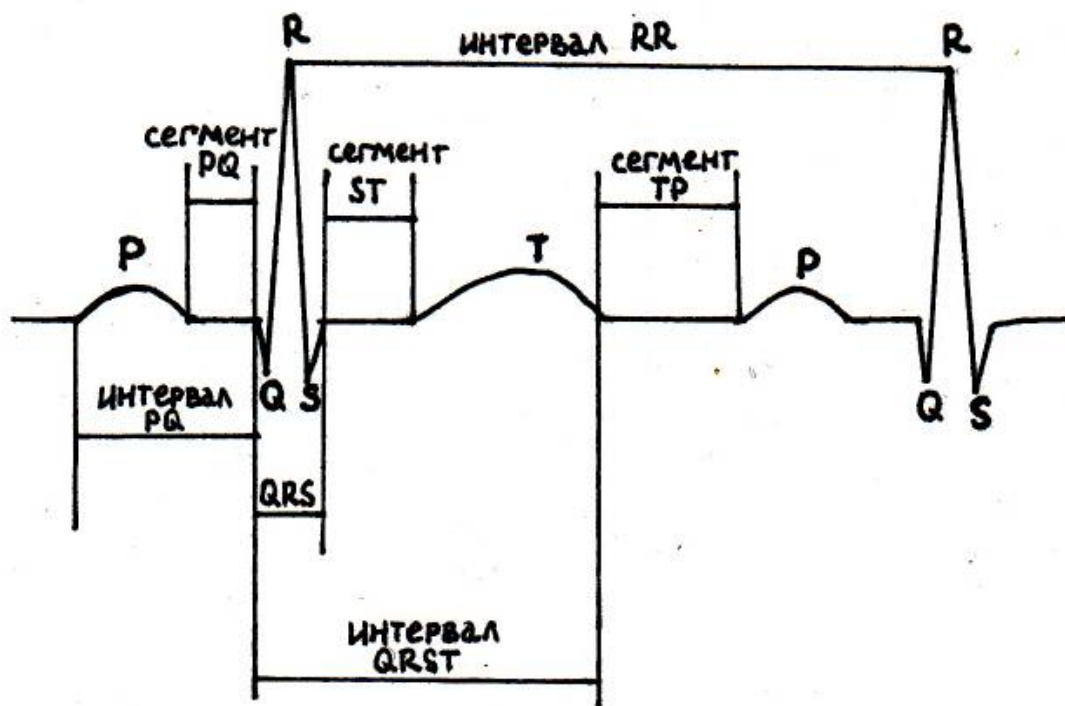


Рисунок 17. Графическое изображение кривой ЭКГ.

**Зубец P** – предсердный зубец – характеризует суммационное возбуждение последовательно правого и левого предсердий. Если ритм синусовый зубец P положительный в отведениях I, II, aVF, V<sub>2</sub>-V<sub>6</sub>, отрицательный в отведении aVR и может быть положительным, двухфазным или отрицательным в отведениях III, aVL, V<sub>1</sub>. Зубец P имеет продолжительность (ширину) 0,06-0,1 сек., его высота не превышает 2,5 мм. Поскольку нормальная электрическая ось предсердий параллельна отведению II,  $P_{II} > P_I > P_{III}$ .

**Интервал PQ (R)** – отрезок от начала зубца P до начала зубца Q или R - характеризует время прохождения электрического импульса от синусового узла до желудочков, включая задержку атрио-вентрикулярном соединении. Продолжительность интервала PQ 0,12-0,20 секунды.

**Сегмент PQ** – отрезок прямой линии от конца зубца P до начала зубца Q или R.

**Комплекс QRS** – желудочковый комплекс от начала зубца Q до конца зубца S - отражает процесс возбуждения желудочков. Продолжительность комплекса QRS 0,06-0,1 секунды.

**Зубец Q** - первый отрицательный зубец комплекса QRS - отражает возбуждение межжелудочковой перегородки. Регистрируется зубец Q не во всех отведениях. Продолжительность зубца Q не более 0,03 секунды, амплитуда – не более 1/4 амплитуды зубца R. Более продолжительный и глубокий зубец Q называется патологическим.

**Зубец R** – положительный зубец комплекса QRS – характеризует возбуждение основной массы миокарда желудочков. Амплитуда зубца R может колеблется в пределах 5-25 мм. Положение электрической оси желудочков определяет амплитуду зубца R в стандартных и усиленных отведениях. В норме электрическая ось желудочков параллельна отведению II и поэтому  $R_{II} > R_I > R_{III}$ . В случае если амплитуда зубца R в этих отведениях не превышает 5 мм, то говорят о низком вольтаже электрокардиограммы. В грудных отведениях амплитуда зубца R увеличивается от отведения  $V_1$  до отведения  $V_4$ , а затем снижается в отведениях  $V_5$  и  $V_6$ .

**Зубец S** – второй отрицательный зубец комплекса QRS - отражает возбуждение базальных отделов желудочков. Зубец S записывается не во всех отведениях, его амплитуда в стандартных и усиленных отведениях зависит от положения электрической оси желудочков. Амплитуда зубца S в грудных отведениях уменьшается от  $V_1$  до  $V_6$ . Амплитуды зубцов R и S одинаковы в отведении  $V_3$ , это называется переходной зоной. Зубец S имеет продолжительность обычно не более 0,03 секунды.

Зубцы комплекса QRS не должны иметь зазубрин.

**Сегмент ST** – отрезок от конца зубца S до начала зубца T – характеризует период полного возбуждения желудочков. Начало сегмента ST называется ST соединение, или точка J. Продолжительность сегмента ST определяет частота сердечных сокращений. В норме сегмент ST расположен на изолинии, за которую принимается сегмент TP, а при его отсутствии – PQ. Положение сегмента ST ниже изолинии (депрессия) или выше изолинии (подъем, элевация) в стандартных и усиленных отведениях не должно превышать 0,5 мм, в грудных отведениях возможен подъем сегмента ST не более чем на 2 мм.

**Зубец T** отражает процесс реполяризации желудочков. Направление зубца T в стандартных и усиленных отведениях совпадает с направлением наиболее выраженного зубца комплекса QRS, а в отведении  $aVR$  зубец T всегда отрицательный. Амплитуда зубца T в этих отведениях находится в пределах 3-6 мм. В грудных отведениях амплитуда зубца T нарастает от  $V_1$  до  $V_4$  и снижается в отведениях  $V_5$  и  $V_6$ , находясь в пределах 6-17 мм. Продолжительность зубца T составляет 0,1-0,25 секунды, но обычно не рассчитывается.

**Интервал QT** – отрезок от начала зубца Q (или R) до конца зубца T – отражает электрическую систолу желудочков. Продолжительность интервала QT составляет 0,35-0,44 секунды, её определяет частота сердечных сокращений, пол, возраст. Роль частоты сердечных сокращений на продолжительность интервала QT учитывается с помощью формулы Базетта:  $\text{корригированный интервал QT} = \text{QT} / \sqrt{\text{R-R}}$ .

**Зубец U** – невысокий положительный зубец, может регистрироваться вслед за зубцом T в правых грудных отведениях. О происхождении зубца U не известно.

**Сегмент TP** – отрезок от конца зубца T (или U) до начала зубца P – характеризует период диастолы сердца. Продолжительность интервала TP зависит от частоты сердечных сокращений.

**Интервал R-R** – отрезок между соседними зубцами R – характеризует продолжительность сердечного цикла. С помощью интервала R-R рассчитывается частота сердечных сокращений:  $\text{ЧСС} = 60 \text{ сек} / \text{R-R сек}$ .

На рисунке 18 представлена нормальная ЭКГ.

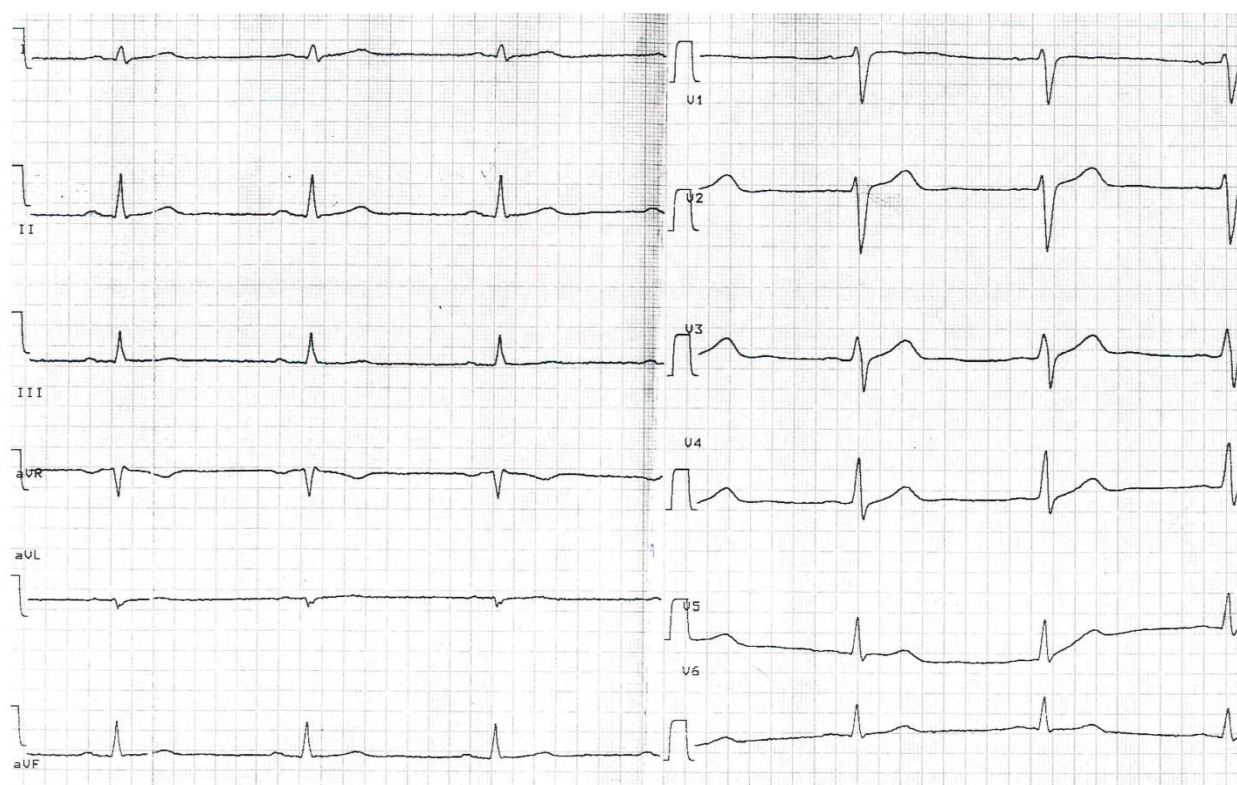


Рис. 18. Пример нормальной ЭКГ: Ритм синусовый с частотой 74 в минуту. Электрическая ось расположена нормально.

### 3.2. Электрическая ось сердца

Электрическая ось сердца - это проекция результирующего вектора возбуждения желудочков во фронтальной плоскости.

Положение электрической оси сердца по отношению к I стандартному отведению в шестисековой системе Бейли определяется при помощи угла альфа ( $\alpha$ ).

Различают следующие положения электрической оси сердца:

- нормальное положение электрической оси – угол  $\alpha = 30-70^\circ$ , максимальная амплитуда зубца R регистрируется во II стандартном отведении и  $R_{II} > R_{III} > R_I$  (рисунок 19, 20);

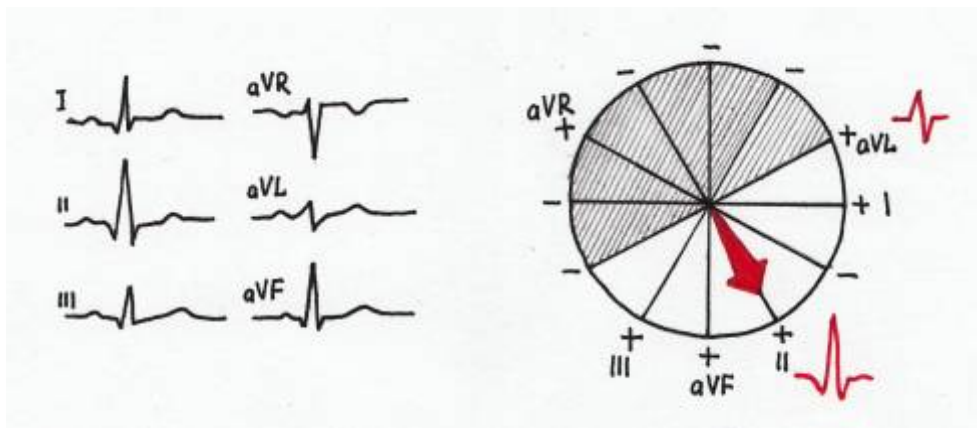


Рисунок 19. Нормальное положение электрической оси сердца.



Рис. 20. Нормальное положение электрической оси сердца: максимальный зубец R регистрируется в отведении II, в отведении aVL  $R=S$  (угол  $\alpha = 60^\circ$ ).

- горизонтальное положение электрической оси – угол  $\alpha = 0-30^\circ$ , максимальная амплитуда зубца R регистрируется в I стандартном отведении и  $R_I > R_{II} > R_{III}$  (рисунок 21, 22);

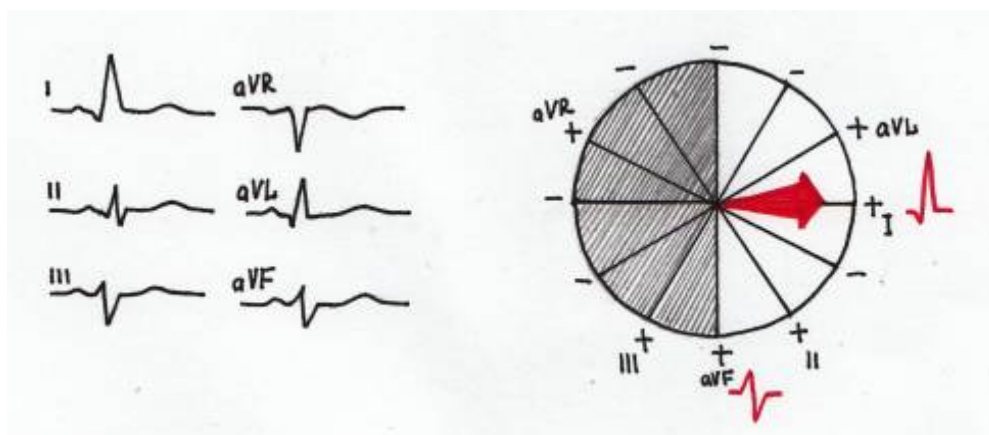


Рисунок 21. Горизонтальное положение электрической оси сердца.

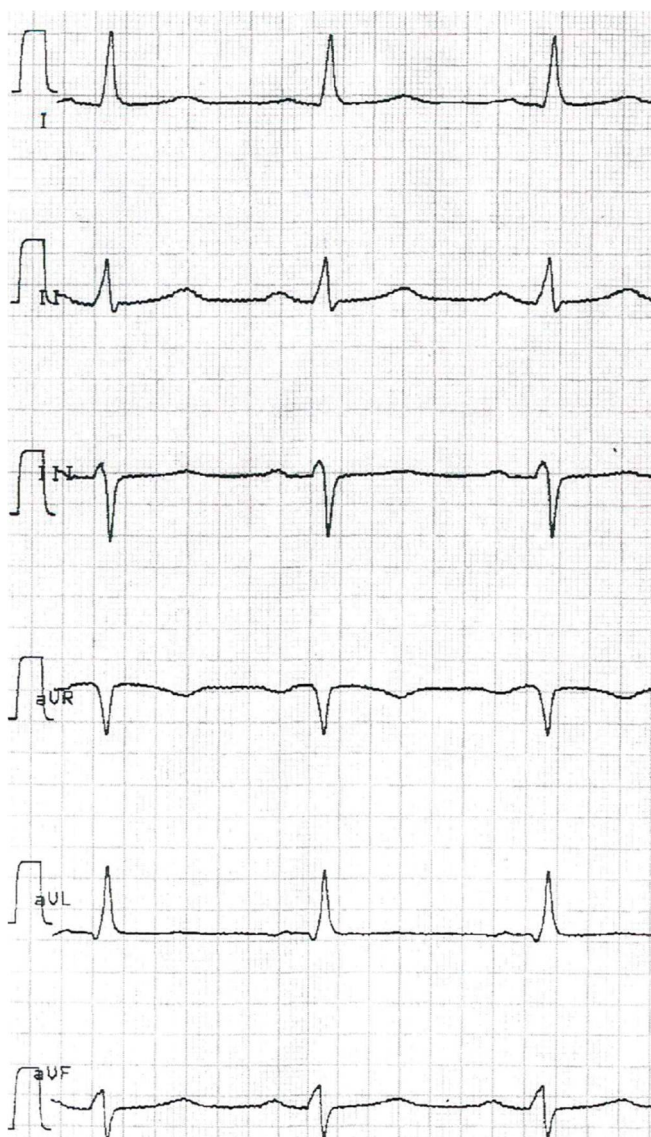


Рис. 22. Горизонтальное положение электрической оси сердца: максимальный зубец R регистрируется в отведении I, в отведении aVF  $R=S$  (угол  $\alpha = 0^\circ$ ).



- вертикальное положение электрической оси – угол  $\alpha = 70-90^\circ$ , максимальная амплитуда зубца R регистрируется в III стандартном отведении и  $R_{III} > R_{II} > R_I$  (рисунок 23, 24);

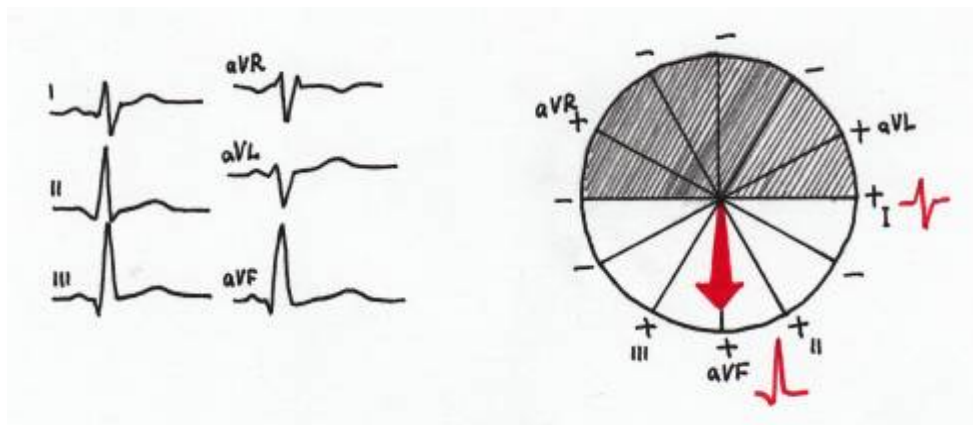


Рисунок 23. Вертикальное положение электрической оси сердца.



Рис. 24. Вертикальное положение электрической оси сердца: максимальный зубец R регистрируется в отведении aVF, в отведении I  $R=S$  (угол  $\alpha = 90^\circ$ ).

- отклонение электрической оси влево – угол  $\alpha < 0^\circ$ , максимальная амплитуда зубца R регистрируется во I стандартном отведении ( $R_I > R_{II} > R_{III}$ ) и отведении aVL, в отведении aVF преобладает амплитуда отрицательного зубца в связи с проекцией оси сердца на отрицательную часть этого отведения ( $S_{aVF} > R_{aVF}$ ) (рисунок 25, 26);

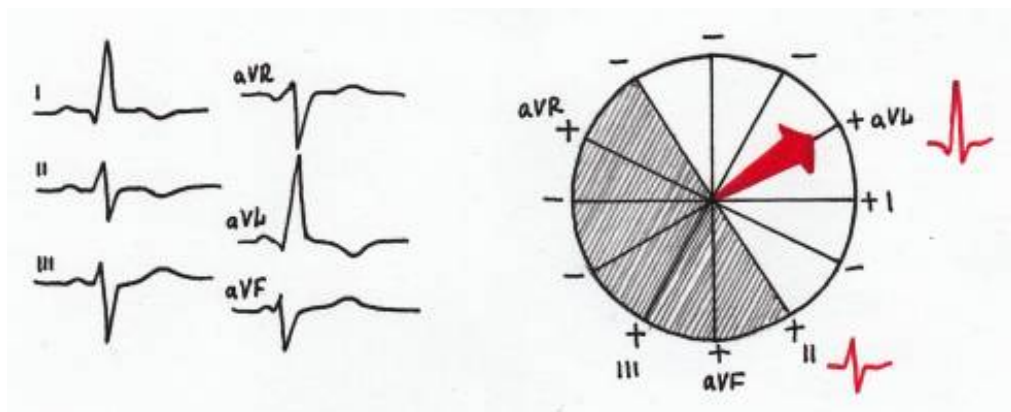


Рисунок 25. Отклонение электрической оси влево.

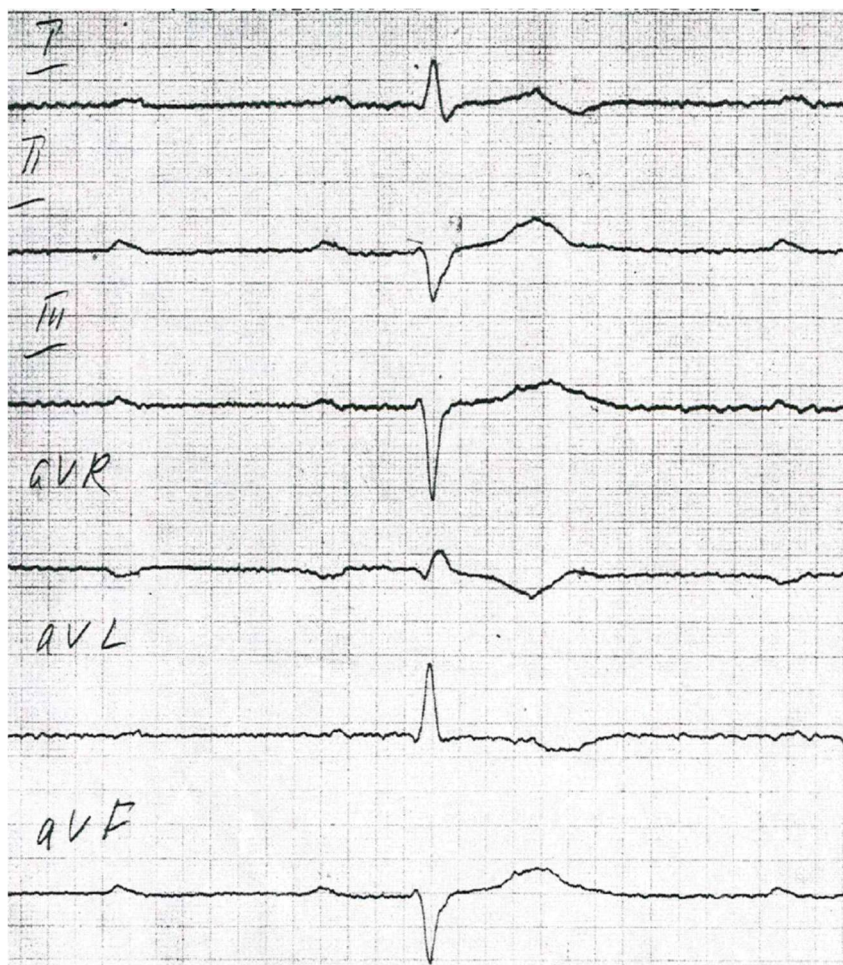


Рис. 26. Отклонение электрической оси сердца влево: максимальный зубец R регистрируется в отведении aVL, в отведении aVR  $R=S$  (угол  $\alpha = -60^\circ$ ).

- отклонение электрической оси вправо – угол  $\alpha > 90^\circ$ , максимальная амплитуда зубца R регистрируется во III стандартном отведении ( $R_{III} > R_{II} > R_I$ ), в I стандартном отведении преобладает амплитуда отрицательного зубца, т.к. ось сердца проецируется на отрицательную часть этого отведения ( $S_I > R_I$ ) (рисунок 27, 28);

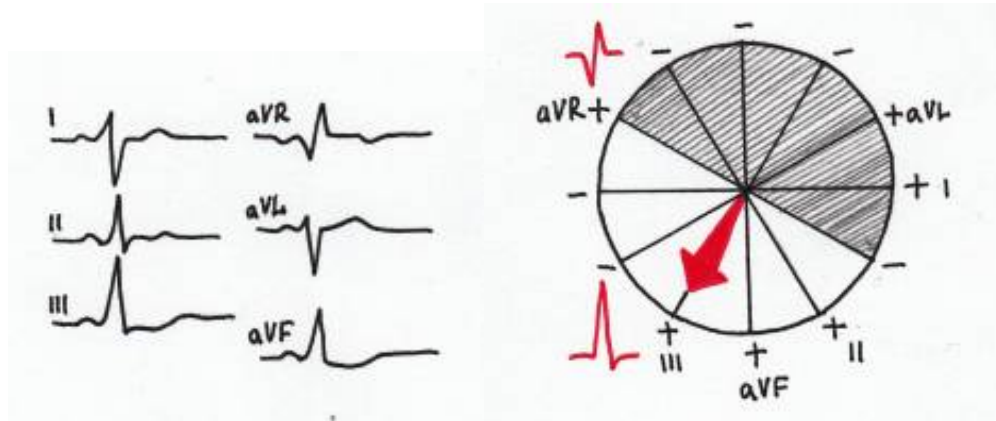


Рисунок 27. Отклонение электрической оси вправо.

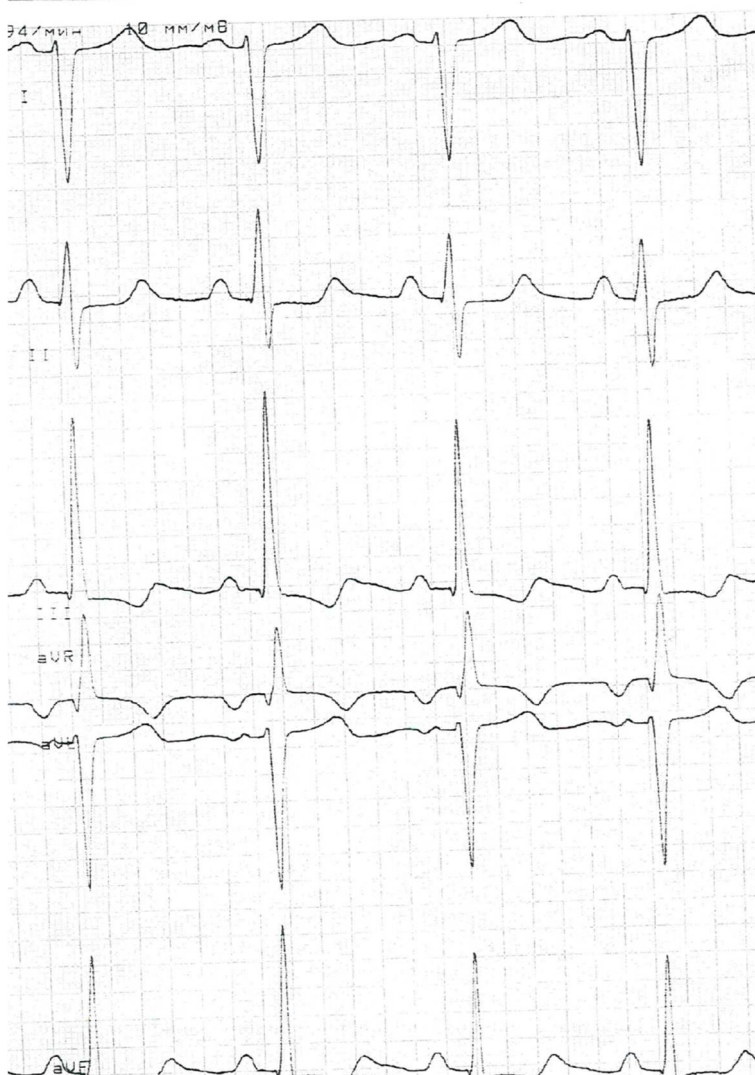


Рис. 28. Отклонение электрической оси сердца вправо: максимальный зубец R регистрируется в отведении III, в отведении II  $R=S$  (угол  $\alpha = 150^\circ$ ).



Угол  $\alpha$  можно определить с использованием специальных таблиц, а также используя следующий алгоритм:

1. Электрическая ось сердца параллельна отведению с максимальным зубцом R;
2. Электрическая ось сердца перпендикулярна отведению, в котором сумма отрицательных и положительных зубцов равна 0 ( $R = S$ ).

#### 4. АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММЫ

##### 1. Проверка техники регистрации:

- Наличие помех
- Амплитуда калибровочного сигнала (должна быть 10 мм)
- Оценка скорости движения бумаги (при скорости движения бумаги 50 мм/сек - 1 мм на бумаге соответствует отрезку времени - 0,02 сек, ширина комплекса QRS не превышает 4-6 мм).

##### 2. Общая схема расшифровки ЭКГ:

###### а) Расчет ЭКГ:

- P - ширина и высота
- PQ - продолжительность интервала
- QRS - ширина
- QRST - продолжительность интервала
- RR - продолжительность интервала
- ЧСС 60 сек/RR
- $СП = QRST/RR \times 100$

###### б) Определение вольтажа ЭКГ.

###### с) Анализ ритма и проводимости:

- Оценка регулярности сердечных сокращений
- Оценка числа сердечных сокращений
- Определение источника возбуждения (водителя ритма)
- Оценка функции проводимости

###### д) Определение положения электрической оси сердца во фронтальной плоскости

###### е) Анализ предсердного зубца Р.

###### ф) Анализ желудочкового комплекса:

- Анализ комплекса QRS
- Анализ сегмента RS-T
- Анализ зубца Т

##### 3. ЭКГ-заключение.

Оценка вольтажа: вольтаж оценивается по максимальному зубцу R в 1, 2 и 3 стандартных отведениях (в норме  $\geq 5$  мм, если меньше, то вольтаж снижен).

Оценка регулярности сердечных сокращений: подсчитайте продолжительность 5 интервалов RR, вычислите среднюю арифметическую величину, сопоставьте ее с

продолжительностью каждого из измеренных интервалов RR. При регулярном или правильном ритме разница между средней арифметической величиной и продолжительностью каждого интервала RR не должна превышать  $\pm 10\%$ . Во всех остальных случаях диагностируется нерегулярный (неправильный) ритм желудочков.

Подсчет ЧСС по формуле:  $ЧСС = 60с/RR$ .

Определение водителя ритма: синусовый или синусовый ритм. При наличии во 2-м стандартном отведении положительного зубца P, предшествующего комплексу QRS и одинакового во всех сердечных циклах в этом же отведении - ритм синусовый. Во всех остальных случаях диагностируется синусовый ритм.

Оценка функции проводимости: измерьте длительность зубца P (в норме до 0,1 с), продолжительность интервалов PQ (от начала зубца P до начала зубца Q в норме от 0,12 до 0,20 с) и общую длительность желудочкового комплекса QRS (в норме от 0,06 до 0,1 с). Увеличение ширины указанных зубцов и длительности интервалов указывает на замедление проведения в соответствующем отделе проводящей системы.

Векторный анализ ЭКГ (определение положения электрической оси сердца (ЭОС) во фронтальной плоскости):

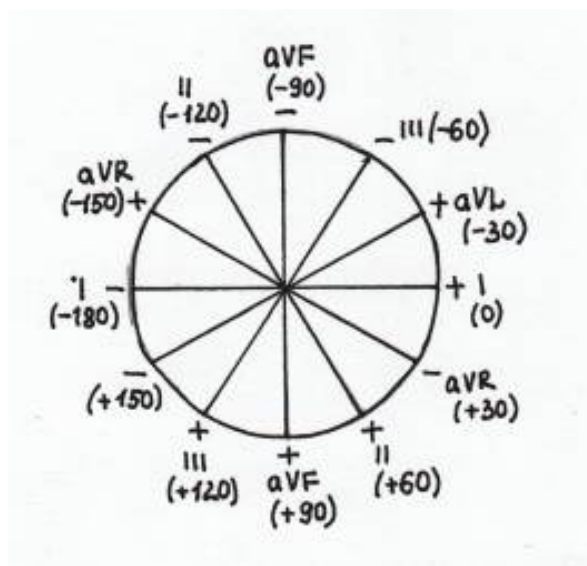
1. Рассмотрите 6-осевую систему координат, которая состоит из осей трех стандартных и трех усиленных отведений от конечностей, направление которых условно принято определять в градусах.
2. а). Найдите отведение ЭКГ, в котором зубец R имеет максимальную амплитуду – ось этого отведения параллельна (совпадает) ЭОС.  
б). Найдите отведение ЭКГ, в котором алгебраическая сумма амплитуд зубцов комплекса QRS приближается к нулю ( $R = S$  или  $R = Q+S$ ) – ось этого отведения перпендикулярна ЭОС.  
в). Сравните эти два отведения и определите угол  $\alpha$ .

Например, зубец R имеет максимальную амплитуду в отведении II ( $+60^\circ$ ), а алгебраическая сумма положительных и отрицательных зубцов равна нулю в отведении aVL ( $-30^\circ$ ), следовательно, ЭОС совпадает с осью II отведения и перпендикулярна отведению aVL, значит, угол  $\alpha$  в данном случае будет равен  $+60$ , что соответствует нормальному расположению ЭОС.

3. Сопоставьте зубцы R в 1, 2 и 3 стандартных отведениях и запишите в виде равенства или неравенства:  $R_{II} > R_I > R_{III}$  – ЭОС расположена нормально,

$R_I > R_{II} > R_{III}$  – ЭОС расположена горизонтально,

$R_{III} \geq R_{II} > R_I$  – ЭОС расположена вертикально.



#### Анализ предсердного зубца Р:

- полярность (положительный, отрицательный или двухфазный; если отрицательный или двухфазный, то указать в каких отведениях)
- продолжительность (в норме 0,06-0,10с)
- амплитуда (1 - 2,5 мм)
- форма (в норме куполообразная, положительная - направлен вверх)

#### Анализ комплекса QRS:

##### а) зубец Q:

- в каких отведениях регистрируется
- максимальная продолжительность (в норме не более 0,03 с)
- максимальная амплитуда (в норме не более  $\frac{1}{4}$  зубца R в том же отведении)

##### б) зубец S:

- «переходная зона» (в каком из грудных отведений регистрируется)
- наличие зазубренности

##### в) зубец R:

- максимальная амплитуда в стандартном и грудных отведениях
- наличие зазубренности

##### г) сегмент RS-T (от конца зубца S до начала зубца T):

- отношение к изолинии (находится на ней, смещен выше или ниже). Изолиния проходит на уровне интервала TP.

Если есть отклонение, то измерить его и определить форму смещения: горизонтальное, косонисходящее, косовосходящее.

##### д) зубец T:

- полярность (положительный, отрицательный или двухфазный, указать в каких отведениях)

- форма

е) интервал QT:

- измеряется от начала зубца Q или R (если зубец Q отсутствует), до конца зубца T и сравнивается с должной величиной.

### ОФОРМЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКОГО ЗАКЛЮЧЕНИЯ

В ЭКГ-заключении следует отметить следующее:

1. Источник ритма сердца (синусовый или несинусовый ритм).
2. Регулярность ритма сердца (правильный или неправильный ритм).
3. Число сердечных сокращений (ЧСС).
4. Положение электрической оси сердца.
5. Наличие одного или несколько ЭКГ-синдромов:
  - нарушение ритма сердца
  - нарушение проводимости
  - гипертрофия миокарда
  - повреждение миокарда (ишемии, дистрофии, некрозы, рубцы)

Примеры ЭКГ-заключения:

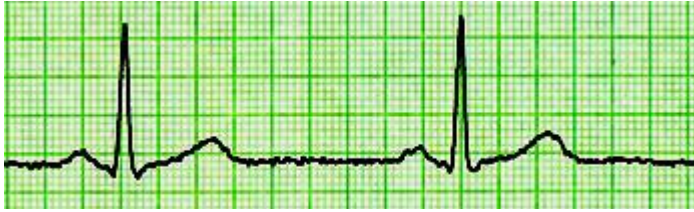
1. Ритм сердца синусовый, правильный, ЧСС = 72 в мин. Электрическая ось сердца расположена нормально.
2. Ритм сердца синусовый, неправильный (дыхательная аритмия), ЧСС = 90 в мин. Электрическая ось сердца отклонена вправо.

## ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ НОРМАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА QRS СОСТАВЛЯЕТ:
  - a. 0,12-0,18 с
  - b. 0,12-0,20 с
  - c. 0,10-0,16 с
  - d. 0,06-0,10 с
2. НОРМАЛЬНЫЙ ЗУБЕЦ Q:
  - a. продолжительность более 0,03 с
  - b. глубина более  $\frac{1}{4}$  высоты R (кроме aVR)
  - c. глубина менее  $\frac{1}{4}$  высоты R
3. ИНТЕРВАЛ P- Q ОТРАЖАЕТ ПРОВЕДЕНИЕ ВОЗБУЖДЕНИЯ ПО:
  - a. верхушечным областям желудочков
  - b. предсердиям и А-В проводящей системе
  - c. предсердиям
  - d. межжелудочковой перегородке
4. АМПЛИТУДА КАЛИБРОВОЧНОГО СИГНАЛА ДОЛЖНА СОСТАВЛЯТЬ:
  - a. 20 мм
  - b. 12 мм
  - c. 10 мм
  - d. 8 мм
  - e. 5 мм
5. II СТАНДАРТНОЕ ОТВЕДЕНИЕ СООТВЕТСТВУЮТ СЛЕДУЮЩЕМУ РАСПОЛОЖЕНИЮ ЭЛЕКТРОДОВ:
  - a. правая рука (-), левая нога (+)
  - b. правая рука (-), левая рука (+)
  - c. левая рука (-), левая нога (+)
  - d. левая нога (-), правая рука (+)
  - e. левая рука (-), правая рука (+)
6. ГДЕ РАСПОЛАГАЕТСЯ АКТИВНЫЙ ЭЛЕКТРОД ПРИ РЕГИСТРАЦИИ ЭКГ В ГРУДНЫХ ОТВЕДЕНИЯХ:
  - a. на грудной клетке
  - b. на всех конечностях
  - c. на правой руке
  - d. на левой руке
  - e. на левой ноге
7. УСИЛЕННОЕ ОТВЕДЕНИЕ ОТ ПРАВОЙ РУКИ ОБОЗНАЧАЕТСЯ:
  - a. aVR
  - b. aVL
  - c. aVF
  - d. V1
  - e. V2
8. НОРМАЛЬНЫЙ ВОЛЬТАЖ ЭКГ - ЭТО:
  - a. RI 8 мм, RII 5 мм, RIII 3 мм
  - b. RI 4 мм, RII 3 мм, RIII 2 мм

- c. RI 3 мм, RII 4 мм, RIII 1 мм
- d. RI 4 мм, RII 3 мм, RIII 1 мм

9. РАССЧИТАЙТЕ ЧАСТОТУ СЕРДЕЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ. СКОРОСТЬ ДВИЖЕНИЯ ЛЕНТЫ 50 ММ/СЕК.



- a. ЧСС = 105 в минуту
- b. ЧСС = 94 в минуту
- c. ЧСС = 85 в минуту
- d. ЧСС = 67 в минуту
- e. ЧСС = 50 в минуту

10. ОБОЗНАЧТЕ ЗУБЦЫ ЖЕЛУДОЧКОВОГО КОМПЛЕКСА:



- a. R
- b. QRS
- c. rS
- d. qR
- e. QS

11. АМПЛИТУДА НОРМАЛЬНОГО ЗУБЦА P:

- a. 2 мм
- b. 3 мм
- c. 4 мм
- d. 5 мм

12. ЗУБЕЦ P ОТРАЖАЕТ ПРОВЕДЕНИЕ ВОЗБУЖДЕНИЯ:

- a. по левому предсердию
- b. по правому предсердию
- c. по обоим предсердиям
- d. по желудочкам
- e. по атриовентрикулярному узлу

13. ЗУБЕЦ R В ГРУДНЫХ ОТВЕДЕНИЯХ:

- a. самый низкий в V6
- b. самый высокий в V3
- c.  $RV6 > RV5 > RV4$
- d.  $RV4 > RV5 > RV6$
- e.  $RV5 > RV4$

14. ЗУБЕЦ T СООТВЕТСТВУЕТ ФАЗЕ:

- a. возбуждения А-В узла

- b. деполяризации миокарда желудочков
- c. деполяризации миокарда предсердий
- d. реполяризации миокарда желудочков
- e. реполяризации миокарда предсердий

15. ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ДИАСТОЛА СЕРДЦА НА ЭКГ:

- a. сегмент PQ
- b. интервал PQ
- c. сегмент ST
- d. комплекс QRS
- e. сегмент TP

16. СРЕДНИЙ РЕЗУЛЬТИРУЮЩИЙ ВЕКТОР ДЕПОЛЯРИЗАЦИИ ЖЕЛУДОЧКОВ В НОРМЕ ОРИЕНТИРОВАН ПОД УГЛОМ:

- a. 90-120
- b. 70-90°
- c. 30-70°
- d. 0-30°
- e. <30°

17. AVL – ЭТО ОБОЗНАЧЕНИЕ:

- a. усиленного отведения от правой руки
- b. усиленного отведения от левой руки
- c. усиленного отведения от левой ноги
- d. отведения правая рука (-), левая рука (+)
- e. грудного отведения

18. I СТАНДАРТНОЕ ОТВЕДЕНИЕ СООТВЕТСТВУЕТ СЛЕДУЮЩЕМУ РАСПОЛОЖЕНИЮ ЭЛЕКТРОДОВ:

- a. правая рука (-), левая нога (+)
- b. правая рука (-), левая рука (+)
- c. левая рука (-), левая нога (+)
- d. левая нога (-), правая рука (+)
- e. левая рука (-), правая рука (+)

19. РАССЧИТАЙТЕ ЧАСТОТУ СЕРДЕЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ. СКОРОСТЬ ДВИЖЕНИЯ ЛЕНТЫ 50 ММ/СЕК.



- a. ЧСС = 55 в минуту
- b. ЧСС = 65 в минуту
- c. ЧСС = 75 в минуту
- d. ЧСС = 85 в минуту
- e. ЧСС = 95 в минуту

20. ОБОЗНАЧТЕ ЗУБЦЫ ЖЕЛУДОЧКОВОГО КОМПЛЕКСА:





- a.QS;
- b.R;
- c.qRS;
- d.qR;
- e.RS.

21. ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЗУБЦА Р В НОРМЕ СОСТАВЛЯЕТ:

- a. не более 0,1 с
- b. 0,1-0,2 с
- c. 0,12-0,18 с
- d. 0,04-0,12 с

22. ИНТЕРВАЛ PQ В НОРМЕ СОСТАВЛЯЕТ:

- a. 0,06-0,12 с
- b. 0,12-0,26 с
- c. 0,12-0,18 с
- d. не более 0,1 с

23. В НОРМЕ ВО II ОТВЕДЕНИИ ЗУБЕЦ Р:

- a. двухфазный
- b. отрицательный
- c. положительный
- d. двугорбый
- e. отсутствует

24. ЗУБЕЦ Т В НОРМЕ:

- a. положительный во всех отведениях
- b. отрицательный в грудных отведениях
- c. положительный в aVR
- d. отрицательный в I, II, III отведениях
- e. положительный в I, II отведениях

25. ЭКГ-ПРИЗНАКИ СИНУСОВОГО РИТМА:

- a. одинаковая форма зубцов Р во всех отведениях
- b. положительный зубец Р перед каждым желудочковым комплексом в II отведении
- c. одинаковая форма желудочкового комплекса во всех отведениях
- d. положительный зубец Р перед каждым желудочковым комплексом в отведении aVR

26. ПЕРИОД ПОЛНОЙ ДЕПОЛЯРИЗАЦИИ МИОКАРДА НА ЭКГ:

- a. сегмент ST
- b. интервал PQ
- c. сегмент PQ
- d. комплекс QRS
- e. сегмент TP

27. III СТАНДАРТНОЕ ОТВЕДЕНИЕ СООТВЕТСТВУЕТ СЛЕДУЮЩЕМУ РАСПОЛОЖЕНИЮ ЭЛЕКТРОДОВ:

- a. правая рука (-), левая нога (+)
- b. левая рука (-), левая нога (+)
- c. левая нога (-), правая рука (+)
- d. правая рука (-), левая рука (+)
- e. левая рука (-), правая рука (+)

28. УСИЛЕННЫЕ ОТВЕДЕНИЯ ОТ КОНЕЧНОСТЕЙ ОБОЗНАЧАЮТСЯ:

- a. aVL - от левой ноги
- b. aVF - от левой руки
- c. aVR - от правой руки
- d. aVL - от правой руки
- e. aVR - от левой руки

29. РАССЧИТАЙТЕ ЧАСТОТУ СЕРДЕЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ. СКОРОСТЬ ДВИЖЕНИЯ ЛЕНТЫ 50 ММ/СЕК.



- a. ЧСС = 50 в минуту
- b. ЧСС = 75 в минуту
- c. ЧСС = 86 в минуту
- d. ЧСС = 94 в минуту
- e. ЧСС = 100 в минуту

30. ОБОЗНАЧТЕ ЗУБЦЫ ЖЕЛУДОЧКОВОГО КОМПЛЕКСА:



- a. R
- b. qRS
- c. qR
- d. QS
- e. RS

## ЭТАЛОНЫ ОТВЕТОВ К ТЕСТОВЫМ ЗАДАНИЯМ

1 d	11 a	21 a
2 c	12 c	22 c
3 b	13 d	23 c
4 c	14 d	24 e
5 a	15 e	25 b
6 a	16 c	26 a
7 a	17 b	27 b
8 a	18 b	28 c
9 d	19 c	29 c
10 c	20 a	30 c

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А. Б. де Луна. Руководство по клинической ЭКГ: Монография:. – М.: Медицина, 1993. – 705 с.
2. Зудбинов Ю.И. Азбука ЭКГ: Учебное пособие. – Ростов-на-Дону.: Феникс, 2003. – 160 с.
3. Орлов В.Н. Руководство по электрокардиографии: Монография:. – М.: МИА, 2012. – 560 с
4. Струтынский А.В. Электрокардиограмма. Анализ и интерпретация: Учебное пособие:. – М.: МЕДпресс-информ, 2012. – 223 с.
5. Суворов А.В. Клиническая электрокардиография: Учебное пособие. – Нижний Новгород.: НМИ, 1993. – 128 с.
6. Хэмптон Д. Основы ЭКГ: Учебное пособие. – М.: Медицинская литература, 2007. – 224 с.

# **ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИИ**

Учебное пособие

**Жданова Ирина Всеволодовна  
Зуева Татьяна Владимировна  
Жданова Татьяна Владимировна  
Коряков Анатолий Иванович  
Кузнецова Елена Викторовна  
Маслова Лариса Алексеевна  
Уразлина Светлана Евгеньевна  
Китаева Юлия Сергеевна**

Екатеринбург, УГМУ Изд. 2019, 37 с.